

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-162141

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
H01L 21/306
H01L 21/66

(21)Application number : 10-337002

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI ELECTRONICS ENG CO
LTD

(22)Date of filing : 27.11.1998

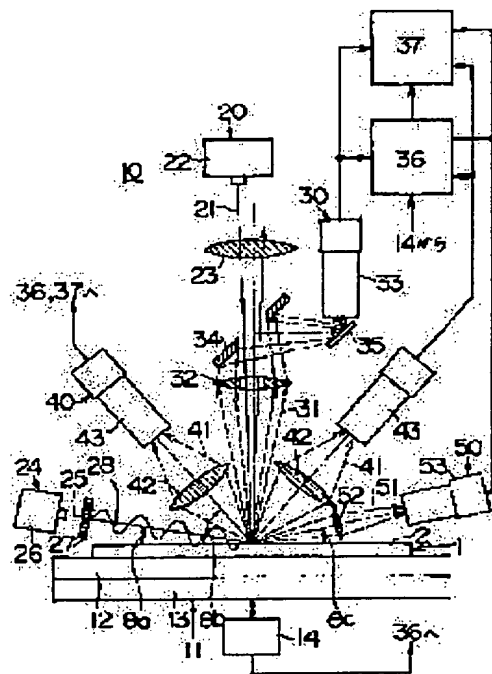
(72)Inventor : MORIYAMA ICHIRO
TANABE YOSHIKAZU
KENBO YUKIO
NOGUCHI MINORU
OSHIMA YOSHIMASA
ISHIMARU ICHIRO
HACHIKAKE YASUO
KATO YUICHIRO

(54) DEFECT INSPECTING DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically discriminate a foreign matter from a scratch.

SOLUTION: This device 10 is provided with a vertical light emitting device 20 for emitting a vertical light 21 to the surface to be inspected 2 of a wafer 1; an oblique light emitting device 24 for emitting an oblique light 28 to the surface to be inspected; a high angle light receiving device 30 for receiving a high angle light 31 of the scattered light irregularly reflected by the surface to be inspected 2; a middle angle light receiving device 40 for receiving a middle angle light 41; and a low angle light receiving device 50 for receiving a low angle light 51. Of the scattered light in the scanning emission of the vertical light 21 to the surface to be inspected 2, the high angle light 41 and the middle angle light 41 are collected by the high angle light receiving device 30 and the middle angle light receiving device 40, and the low angle light 51 in the scanning emission of the oblique light 28 to the surface to be inspected 2 is collected by the low angle light receiving device. When the low angle light is eliminated from the high angle light and middle angle light, a scratch is discriminated from a foreign matter. By this automatic discrimination, the working property, quality and reliability of the defect inspection can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.03.2003

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-162141
(P2000-162141A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

6 4 5 A 2 G 0 5 1

H 0 1 L 21/306

H 0 1 L 21/66

J 4 M 1 0 6

21/66

21/306

M 5 F 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-337002

(22) 出願日

平成10年11月27日 (1998. 11. 27)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233480

日立電子エンジニアリング株式会社

東京都渋谷区東3丁目16番3号

(72) 発明者 盛山 一郎

東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式

会社日立製作所デバイス開発センタ内

(74) 代理人 100085637

弁理士 梶原 辰也

最終頁に続く

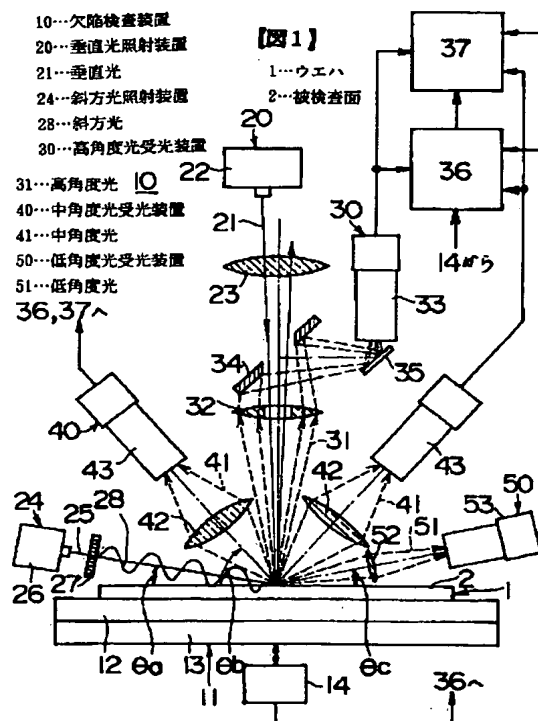
(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 異物とスクラッチを自動的に弁別する。

【解決手段】 欠陥検査装置10はウエハ1の被検査面2に垂直光21を照射する垂直光照射装置20と、被検査面に斜方光28を照射する斜方光照射装置24と、被検査面2で乱反射した散乱光のうち高角度光31を受光する高角度光受光装置30と、中角度光41を受光する中角度光受光装置40と、低角度光51を受光する低角度光受光装置50とを備えている。垂直光21が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度光31、中角度光41は高角度光受光装置30、中角度光受光装置40で採取され、斜方光28が被検査面2に走査されて照射された時の低角度光51は低角度光受光装置50で採取される。高角度光、中角度光から低角度光が除外されると、スクラッチが異物から弁別される。

【効果】 自動弁別により、欠陥検査の作業性、品質、信頼性を向上できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検査面を露出させた状態で被検査物を保持するステージ装置と、前記被検査面に検査光を実質的に垂直に照射する垂直光照射装置と、前記被検査面に検査光を斜めに照射する斜方光照射装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち高角度の散乱光を受光するための高角度光受光装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち中角度の散乱光を受光するための中角度光受光装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち低角度の散乱光を受光するための低角度光受光装置とを備えており、前記ステージ装置と前記垂直光照射装置、前記斜方光照射装置、前記高角度光受光装置、前記中角度光受光装置および前記低角度光受光装置とが相対的に走査するように構成されていることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項 2】 前記垂直光照射装置および斜方光照射装置は前記検査光としてレーザ光を照射することを特徴とする請求項 1 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 3】 前記高角度光受光装置は、前記垂直光照射装置の光軸上に前記垂直光を透過させる透孔を有し前記高角度光を収束する受光レンズと、この受光レンズによって収束された前記高角度光が受光面に結像される高角度光検出器とを備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 4】 前記中角度光受光装置は、前記ステージ装置の中心の同心円上において光軸が前記被検査面となす角度が中角度になるように配置されている複数の受光レンズと、これら受光レンズの光学的後方位置にそれぞれ配置されて各受光レンズが収束した中角度光が受光面に結像される中角度光検出器とを備えていることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 5】 前記低角度光受光装置は、前記ステージ装置の中心と同心円上において光軸の前記被検査面となす角度が低角度になるように配置されている複数の受光レンズと、これら受光レンズの光学的後方位置にそれぞれ配置されて各受光レンズが収束した低角度光が受光面に結像される低角度光検出器とを備えていることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 6】 前記斜方光照射装置は前記検査光として偏光波を照射することを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 7】 実質的に垂直の検査光が被検査物の被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度の高角度光および中角度の中角度光が採取される第一の採光工程と、前記検査面に斜めの検査光が前記被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち低角度の低角度光が採取される第二の採光工程と、前記第一の採光工程によって採取された高角度光のデータおよび中角度光のデータと、前記第二の採光工程によって採取された低角

度光のデータとを比較する比較工程とを備えていることを特徴とする欠陥検査方法。

【請求項 8】 前記比較工程において、前記第一の採光工程によって採取された高角度光のデータおよび中角度光のデータから前記第二の採光工程によって採取された低角度光のデータが除外されることを特徴とする請求項 7 に記載の欠陥検査方法。

【請求項 9】 前記比較工程において、前記第二の採光工程によって採取された低角度光のデータのうち特定の低角度光のデータが予め除外されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の欠陥検査方法。

【請求項 10】 前記第二の採光工程において、前記斜めの検査光として偏光波が照射されることを特徴とする請求項 7 または 8 または 9 に記載の欠陥検査方法。

【請求項 11】 前記被検査物は半導体ウエハであって、その半導体ウエハの主面には化学的機械研磨処理が施された導体膜または絶縁膜を有することを特徴とする請求項 7、8、9 または 10 に記載の欠陥検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、欠陥検査技術、特に、被検査面に混在した異物とスクラッチ（擦り傷）とを弁別する技術に関し、例えば、半導体ウエハや液晶パネルの表面を検査するのに利用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近、半導体集積回路装置（以下、IC という。）の製造プロセスにおいては、半導体素子を含む集積回路が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）の表面を化学的機械的研磨（chemical mechanical polishing、以下、CMP という。）によって平坦化する平坦化プロセスの導入が検討されている。また、ウエハに銅（Cu）配線を形成するダマシン工程に CMP プロセスの導入が検討されている。

【0003】 このような CMP が実施された後のウエハの表面にはスラリー等の異物が付着したり、スクラッチが形成されていることが明らかになった。そのため、IC を高い歩留りで製造するには、CMP 後のウエハの表面の付着した異物および CMP によってウエハの表面に形成されたスクラッチを検出することにより、CMP 装置や CMP プロセスを的確に管理する必要がある。すなわち、CMP 装置や CMP プロセスを的確に管理するためには、CMP 後のウエハ表面に対して異物およびスクラッチを欠陥として検出する欠陥検査方法を実施する必要がある。

【0004】 この異物とスクラッチを検出する欠陥検査方法を実施しようとした場合には、ウエハ異物検査装置を使用することが一般的に考えられる。従来のウエハ異物検査装置は、斜方照明による暗視野における異物からの散乱光を検出し、散乱光を検出した時点の座標によつ

て異物の有無および異物の位置座標や個数を認識するように構成されている。

【0005】なお、ウエハ異物検査装置を述べてある例としては、株式会社日経BP社発行の「日経マイクロデバイス」1997年3月号」P97～P116、がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、スクラッチは異物と違って洗浄によって除去することができない点や、スクラッチが形成された表面のエッチング後にスクラッチの大きさが大きくなる点等のように異物とは異なる性質が有るため、CMP装置やCMPプロセスを的確に管理するにはスクラッチと異物とを弁別する必要がある。

【0007】ところが、従来の異物検査装置は異物からの散乱光を検出することにより異物を認識するように構成されているため、異物とスクラッチとを弁別することができない。そこで、異物とスクラッチとの弁別は人間による目視検査によって実施されることになる。すなわち、従来の異物検査装置によって特定された座標位置に光学顕微鏡等の視野を合わせて、人間が目視によって異物かスクラッチかを判定することになる。

【0008】しかしながら、人間による異物とスクラッチとの弁別方法においては、次のような問題点がある。第一には検査時間が長くなる（例えば、ウエハ一枚当たり約一時間）ため、CMP装置やCMPプロセスへのフィードバックに時間がかかってしまう。第二には人為的ミスや個人差による誤差等が入り易いため、検査の品質や信頼性が低下する。

【0009】本発明の目的は、異物とスクラッチとの弁別を自動的に実施することができる欠陥検査技術を提供することにある。

【0010】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を説明すれば、次の通りである。

【0012】すなわち、欠陥検査装置は、被検査面を露出させた状態で被検査物を保持するステージ装置と、前記被検査面に検査光を実質的に垂直に照射する垂直光照射装置と、前記被検査面に検査光を斜めに照射する斜方光照射装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち高角度の散乱光を受光するための高角度光受光装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち中角度の散乱光を受光するための中角度光受光装置と、前記被検査面で乱反射した散乱光のうち低角度の散乱光を受光するための低角度光受光装置とを備えており、前記ステージ装置と前記垂直光照射装置、前記斜方光照射装置、前記高角

度光受光装置、前記中角度光受光装置および前記低角度光受光装置とが相対的に操作するように構成されていることを特徴とする。

【0013】前記した手段によれば、垂直光照射装置からの垂直光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度の高角度光および中角度の中角度光は高角度光受光装置および中角度光受光装置によってそれぞれ採取される。また、斜方光照射装置からの斜方光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち低角度の低角度光は低角度光受光装置によって採取される。そして、高角度光のデータおよび中角度光のデータと低角度光のデータとが比較されることにより、欠陥の種類が弁別される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面に即して本発明の一実施の形態を説明する。

【0015】本実施形態において、本発明に係る欠陥検査装置は、ウエハの表面の異物およびスクラッチを欠陥として検出し弁別する欠陥検査装置10として構成されている。被検査物はCMPが実施され、かつ、スラリーを除去するための洗浄が実施された図2.(b)に示されているウエハ1であり、被検査面は導体膜または層間絶縁膜を有しそれら膜にCMP処理が施された主面（以下、被検査面という。）2である。ウエハ1の被検査面2はCMPが実施された後であるため、見かけ上は殆ど鏡面と同様の状態になっている。しかし、被検査面2には洗浄では除去しきれなかった異物3が付着していたり、CMPによるスクラッチ4が形成されている。

【0016】ウエハ1の被検査面2に異物3やスクラッチ4が存在すると、不良の原因になるため、ウエハ1の被検査面2の異物3およびスクラッチ4を欠陥検査装置10によって検出し、検出した異物3およびスクラッチ4の位置や個数、サイズを検査し、CMP装置の研磨工具の劣化度や洗浄工程の清浄度等を定量的に把握し、CMP装置およびCMPプロセスを的確に管理することが実施される。この際、スクラッチ4は異物3と性質が異なるため、スクラッチ4は異物3から弁別されて管理されることになる。

【0017】図1および図2に示されているように、欠陥検査装置10はステージ装置11を備えており、このステージ装置11は被検査物としてのウエハ1を走査させるためのテーブル12と、自動焦点合わせ機構13と、これらを制御するコントローラ14とを備えている。そして、ウエハ1の被検査面2全体を検査するために、ステージ装置11はウエハ1を θ 方向（周方向）に回転させながら r 方向（半径方向）に平行移動させる r θ 走査（スパイラル・スキャン）を実行するようになっている。

【0018】ステージ装置11の中心の真上には垂直光照射装置20が設備されている。垂直光照射装置20は

ウエハ 1 に検査光としてのレーザ光 2 1 を照射するレーザ光照射装置 2 2 と、レーザ光 2 1 を収束する収束レンズ 2 3 とを備えており、収束したレーザ光 2 1 をステージ装置 1 1 に保持された被検査物としてのウエハ 1 の被検査面 2 に実質的に垂直に照射するように構成されている。なお、ウエハ 1 に垂直に入射したレーザ光（以下、垂直光という。）2 1 の正反射光がレーザ光照射装置 2 2 に入射する現象を回避するため、垂直光 2 1 は垂直線に対して若干の傾斜角度（例えば、1.8 度）が与えられている。

【0019】ステージ装置 1 1 の中心の斜め上方には斜方光照射装置 2 4 が設備されている。斜方光照射装置 2 4 はウエハ 1 に検査光としてのレーザ光 2 5 を照射するレーザ光照射装置 2 6 と、レーザ光 2 5 を P 波に偏光する偏光フィルタ 2 7 とを備えており、偏光したレーザ光 2 8 をステージ装置 1 1 に保持された被検査物としてのウエハ 1 の被検査面 2 に小さい仰角（例えば、10 度） θa をもって斜方照射するように構成されている。斜方照射される偏光したレーザ光（以下、斜方光という。）2 8 の P 波の振動平面はウエハ 1 に対して垂直になるようになっている。

【0020】ステージ装置 1 1 の中心の真上には、異物 3 およびスクラッチ 4 において乱反射した散乱光のうち高角度の散乱光（以下、高角度光という。）3 1 を受光するための高角度光受光装置 3 0 が設備されている。すなわち、垂直光照射装置 2 0 の光軸上には垂直光 2 1 を透過させる透孔を有した受光レンズ 3 2 が配置されており、受光レンズ 3 2 は高角度光 3 1 を収束して散乱光検出器（以下、高角度光検出器という。）3 3 の受光面に結像させるようになっている。受光レンズ 3 2 の光軸の光学的な後方位置には垂直光 2 1 を透過させる透孔を有したミラー 3 4 が配置されており、ミラー 3 4 は受光レンズ 3 2 によって収束された高角度光 3 1 を第二のミラー 3 5 を介して高角度光検出器 3 3 の受光面に導いて結像させるようになっている。高角度光検出器 3 3 は光電子増倍管によって構成されており、高角度光 3 1 を高感度に検出するようになっている。

【0021】高角度光検出器 3 3 には異物およびスクラッチの双方（以下、欠陥という。）を特定する装置（以下、欠陥特定装置という。）3 6 が接続されている。この欠陥特定装置 3 6 は後述するように入力データに基づいて欠陥の有無を判定し、かつ、データの入力時点を実ステージ装置 1 1 のコントローラ 1 4 からの座標位置データと照合することにより、欠陥の座標位置を特定するように構成されている。さらに、高角度光検出器 3 3 は高角度光 3 1 の散乱光強度を欠陥弁別装置 3 7 に送信するようになっている。

【0022】ステージ装置 1 1 の中心の斜め上方には、異物 3 およびスクラッチ 4 において乱反射した散乱光のうち中角度の散乱光（以下、中角度光という。）4 1 を

受光するための中角度光受光装置 4 0 が設備されている。中角度光受光装置 4 0 は複数枚（本実施形態では四枚）の受光レンズ 4 2 を備えており、各受光レンズ 4 2 はステージ装置 1 1 の中心に対して同心円に配置され、かつ、各受光レンズ 4 2 の光軸は被検査面 2 となす角度 θb が中角度（例えば、50 度）になっている。各受光レンズ 4 2 の光軸上の光学的な後方位置には各散乱光検出器（以下、中角度光検出器という。）4 3 がそれぞれ配置されており、各受光レンズ 4 2 は中角度光 4 1 を収束して中角度光検出器 4 3 の受光面に結像させるようになっている。中角度光検出器 4 3 は光電子増倍管によって構成されており、中角度光 4 1 を高感度に検出するようになっている。中角度光検出器 4 3 は欠陥特定装置 3 6 および欠陥弁別装置 3 7 に接続されている。

【0023】ステージ装置 1 1 の中心の斜め上方には、異物 3 およびスクラッチ 4 で乱反射した散乱光のうち低角度の散乱光（以下、低角度光 5 1 という。）を受光するための低角度光受光装置 5 0 が設備されている。低角度光受光装置 5 0 は複数枚（本実施形態では四枚）の受光レンズ 5 2 を備えており、各受光レンズ 5 2 はステージ装置 1 1 の中心点に対して同心円に配置され、かつ、各受光レンズ 5 2 の光軸は被検査面 2 となす角度 θc が低角度（例えば、13.5 度）になっている。各受光レンズ 5 2 の光軸上の光学的な後方位置には各散乱光検出器（以下、低角度光検出器という。）5 3 がそれぞれ配置されており、各受光レンズ 5 2 は低角度光 5 1 を収束して低角度光検出器 5 3 の受光面に結像させるようになっている。低角度光検出器 5 3 は光電子増倍管によって構成されており、低角度光 5 1 を高感度に検出するようになっている。低角度光検出器 5 3 は欠陥特定装置 3 6 および欠陥弁別装置 3 7 に接続されている。

【0024】次に、前記構成に係る欠陥検査装置 1 0 による本発明の一実施形態である欠陥検査方法を説明する。

【0025】被検査物としてのウエハ 1 はステージ装置 1 1 のテーブル 1 2 の上に同心に載せられて固定される。固定されたウエハ 1 はステージ装置 1 1 によって回転されながら半径方向に移動され、ウエハ 1 の被検査面 2 には垂直光照射装置 2 0 により垂直光 2 1 が照射される。この走査に伴って、垂直光 2 1 がウエハ 1 の被検査面 2 に付着した異物 3 に照射すると、異物 3 からは高角度光 3 1 および中角度光 4 1 が図 3（a）に示されているように随時に発生する。また、垂直光 2 1 がウエハ 1 の被検査面 2 に形成されたスクラッチ 4 に照射すると、高角度光 3 1 および中角度光 4 1 が図 3（b）に示されているように随時に発生する。

【0026】この走査に伴って、各異物 3 および各スクラッチ 4 において随時に発生した高角度光 3 1 は高角度光受光装置 3 0 の受光レンズ 3 2 によって収束され、高角度光検出器 3 3 の受光面に随時に結像される。高角度

10

20

30

40

50

光検出器 3 3 は異物 3 およびスクラッチ 4 の結像データを欠陥特定装置 3 6 および欠陥弁別装置 3 7 に随時に送信する。また、異物 3 およびスクラッチ 4 において随時に発生した中角度光 4 1 は中角度光受光装置 4 0 の受光レンズ 4 2 によって収束され、中角度光検出器 4 3 の受光面に随時に結像される。中角度光検出器 4 3 は異物 3 およびスクラッチ 4 の結像データを欠陥特定装置 3 6 および欠陥弁別装置 3 7 に随時に送信する。以上の作用により、垂直光 2 1 が被検査面 2 に相対的に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度の高角度光 3 1 および中角度の中角度光 4 1 が採取される第一の採光工程が実施されたことになる。

【0027】欠陥特定装置 3 6 は高角度光検出器 3 3 および中角度光検出器 4 3 からの信号に基づいて異物 3 およびスクラッチ 4 の有無を随時に判定し、かつ、高角度光 3 1 および中角度光 4 1 の検出時点をステージ装置 1 1 のコントローラ 1 4 からの座標位置データと随時に照合することにより、各異物 3 および各スクラッチ 4 毎の座標位置を随時に特定する。

【0028】垂直光照射装置 2 0 による被検査面 2 全体に対する走査が終了すると、被検査面 2 が走査されながら被検査面 2 には斜方光照射装置 2 4 によって斜方光 2 8 が照射される。この走査に伴って、斜方光 2 8 がウエハ 1 の被検査面 2 に付着した異物 3 に照射すると、異物 3 からは低角度光 5 1 が図 4 (a) に示されているように随時に発生する。他方、斜方光 2 8 がウエハ 1 の被検査面 2 に形成されたスクラッチ 4 に照射すると、高角度光 3 1 および中角度光 4 1 が図 4 (b) に示されているように随時に発生するが、低角度光 5 1 は発生しない。

【0029】各異物 3 において随時に発生した低角度光 5 1 は低角度光受光装置 5 0 の受光レンズ 5 2 によって収束され、低角度光検出器 5 3 の受光面に随時に結像される。低角度光検出器 5 3 は異物 3 の結像データを欠陥特定装置 3 6 および欠陥弁別装置 3 7 に随時に送信する。以上の作用により、被検査面 2 に斜めの斜方光 2 8 が走査されて照射された時の散乱光のうち低角度の低角度光 5 1 が採取される第二の採光工程が実施されたことになる。

【0030】ここで、図 5 および図 6 について説明する。

【0031】図 5 は異物およびスクラッチの低角度光の輝度値と高角度光の輝度値および中角度光の輝度値との関係を示すグラフであり、縦軸に低角度光の輝度値が取られ、横軸に高角度光の輝度値と中角度光の輝度値との和の値が取られている。白丸は異物の場合を示しており、黒丸はスクラッチの場合を示している。ここで、輝度値は A/D 変換された値であり、256 階調によって表現されている。

【0032】図 5 から明らかな通り、スクラッチの低角度光の輝度値は殆ど零になり、高角度光と中角度光の輝

度値が大きくなる。すなわち、スクラッチは高角度光受光装置 3 0 および中角度光受光装置 4 0 によっていずれも検出されるが、低角度光受光装置 5 0 によって殆ど検出されない。これに対して、異物は低角度光の輝度値と、高角度光および中角度光の輝度値の和とのいずれもが大きくなる。すなわち、異物は高角度光受光装置 3 0、中角度光受光装置 4 0 および低角度光受光装置 5 0 によっていずれも検出される。したがって、図 5 に破線で示されているように閾値線 L a を引くことによって、異物とスクラッチとを弁別することができる。

【0033】図 6 は異物およびスクラッチの垂直光の輝度値と斜方光の輝度値との関係を示すグラフであり、縦軸に垂直光の輝度値が取られており、横軸に斜方光の輝度値が取られている。白丸は異物の場合を示しており、黒丸はスクラッチの場合を示している。

【0034】図 6 から明らかな通り、スクラッチの高角度光の輝度値は垂直光の輝度値が斜方光の輝度値より大きくなる。これに対して、異物の低角度光の輝度値は垂直光の輝度値が斜方光の輝度値よりも小さくなる。したがって、図 4 に破線で示されているように閾値線 L b を引くことにより、異物とスクラッチとを弁別することができる。

【0035】次に、本発明の一実施形態である欠陥検査方法における異物とスクラッチの弁別方法を図 7 および図 8 について説明する。

【0036】図 7 に示されているように、ステップ S 1 において、欠陥弁別装置 3 7 は照合すべきデータが有るかを検索する。データが無い場合にはステップ S 5 に進む。データが有る場合にはステップ S 2 に進む。

【0037】ステップ S 2 においては、垂直光 2 1 の照射時の中角度光 4 1 の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップ S 1 に戻る。信号が有る場合にはステップ S 3 に進む。

【0038】ステップ S 3 においては、斜方光 2 8 の照射時の低角度光 5 1 の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップ S 1 に戻る。信号が有る場合にはステップ S 4 に進む。

【0039】ステップ S 4 においては、斜方光 2 8 の照射時の低角度光 5 1 の輝度値と、垂直光 2 1 の照射時の中角度光 4 1 の検出時点の座標とが、図 8 (a) に示されている結果 A として欠陥弁別装置 3 7 のメモリーに保存される。前述した通り、中角度光 4 1 の輝度値は異物 3 またはスクラッチ 4 のいずれかを示しており、低角度光 5 1 の輝度値は異物 3 だけを示しているから、結果 A の斜線領域はスクラッチ 4 である場合を示している。

【0040】結果 A の保存が終了すると、ステップ S 5 においては、照合すべきデータが有るかが検索される。データが無い場合にはステップ S 5 に進む。データが有る場合にはステップ S 6 に進む。

【0041】ステップ S 6 においては、垂直光 2 1 の照

9
射時の中角度光41の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップS5に戻る。信号が有る場合にはステップS7に進む。

【0042】ステップS7においては、垂直光21の照射時の高角度光31の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップS5に戻る。信号が有る場合にはステップS8に進む。

【0043】ステップS8においては、垂直光21の照射時の高角度光31の輝度値と、垂直光21の照射時の中角度光41の輝度値とが、図8(b)に示されている結果Bとして保存される。前述した通り、高角度光31および中角度光41は異物3またはスクラッチ4のいずれかを示しているから、結果Bの斜線領域は異物3とスクラッチ4とのいずれかである場合を示していることになる。保存が終了すると、ステップS9に進む。

【0044】ステップS9においては、照合すべきデータが有るかが検索される。データが無い場合にはステップS13に進む。データが有る場合にはステップS10に進む。

【0045】ステップS10においては、垂直光21の照射時の中角度光41の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップS9に戻る。信号が有る場合にはステップS11に進む。

【0046】ステップS11においては、結果Bが保存されているかが照合される。結果Bが有る場合にはステップS9に戻る。結果Bが無い場合にはステップS12に進む。

【0047】ステップS12においては、結果Bに垂直光21の照射時の中角度光41の輝度値が図8(c)に示されているように追加されて、結果Cとして保存される。保存が終了すると、ステップS13に進む。

【0048】ステップS13においては、照合すべきデータが有るかが検索される。データが無い場合にはステップS17に進む。データが有る場合にはステップS14に進む。

【0049】ステップS14においては、垂直光21の照射時の高角度光31の信号が有るかが照合される。信号が無い場合にはステップS13に戻る。信号が有る場合にはステップS15に進む。

【0050】ステップS15においては、結果Cが保存されているかが照合される。結果Cが有る場合にはステップS13に戻る。結果Cが無い場合にはステップS16に進む。

【0051】ステップS16においては、結果Cに垂直光21の照射時の中角度光41の輝度値が追加されて、図8(d)に示されているように結果Dとして保存される。保存が終了すると、ステップS17に進む。

【0052】ステップS17においては、照合すべきデータが有るかが検索される。データが無い場合にはエンドに進む。データが有る場合にはステップS18に進む。

む。

【0053】ステップS18においては、結果Aが保存されているかが照合される。結果Aが無い場合にはステップS17に戻る。結果Aが有る場合にはステップS19に進む。

【0054】ステップS19においては、結果Dが保存されているかが照合される。結果Dが無い場合にはステップS21に進む。結果Dが有る場合にはステップS20に進む。

【0055】ステップS20においては、結果D×kは結果Aよりも小さいか(結果D×k<結果A)が比較される。小さくない場合にはステップS17に戻る。小さい場合にはステップS21に進む。

【0056】ステップS21においては、図8(e)に示されているように結果Eがスクラッチ4のデータとして保存される。すなわち、図8(e)の斜線の領域がスクラッチ4と判定されることになる。保存が終了すると、エンドに進む。

【0057】以上のようにして異物3とスクラッチ4とが弁別されたことになる。すなわち、第一の採光工程によって採取された異物3およびスクラッチ4群のうちから第二の採光工程によって採取された異物3が排除されることにより、スクラッチ4が異物3から弁別されたことになる。つまり、第一の採光工程によって採取された高角度光のデータおよび中角度光のデータから第二の採光工程によって採取された低角度光のデータが除外される弁別工程が実施されたことになる。

【0058】ところで、スクラッチの大きさが大きくなると、例えば、長さが0.4μm以上になると、スクラッチも低角度光受光装置50によって検出されてしまうことが本発明者によって明らかにされた。スクラッチも低角度光受光装置50によって検出されると、異物とスクラッチとの双方を含む全ての欠陥群の中から異物だけでなく大きなスクラッチも除外されてしまうため、前述した弁別方法によるスクラッチと異物との弁別が不可能になる。

【0059】次に、大きなスクラッチが発生した場合であっても、異物およびスクラッチが混在する欠陥群の中からスクラッチだけを正確に弁別することができる弁別方法を説明する。この弁別方法には本発明者によって発見された図9に示されている特性が利用される。

【0060】すなわち、図9に示されているように、斜方光28が大きなスクラッチ4aに長手方向から照射すると、回折光54が直交する方向に発生する。そのため、低角度光受光装置50においては、回折光54に対向する受光レンズ52の低角度光受光装置50aの輝度値はきわめて高くなるが、回折光54に直交する方向に位置する受光レンズ52の低角度光受光装置50bの輝度値は低くなる。したがって、互いに直交する低角度光受光装置50aと50b同士の輝度値の差を求め、その

差の値が大きい場合には異物ではなく大きなスクラッチ 4 a であると、判定することができる。

【0061】そこで、互いに直交する低角度光受光装置 50 a と 50 b 同士の輝度値の差を求め、その差の値が大きい場合には異物ではなく大きなスクラッチ 4 a であると判定し、低角度光受光装置 50 の採取データから大きなスクラッチ 4 a の採取データを除外することにより、前述した弁別方法が実施可能となる。すなわち、第一の採光工程によって採取された高角度光のデータおよび中角度光のデータから第二の採光工程によって採取された低角度光のデータが除外される弁別工程が実施される以前に、第二の採光工程によって採取された低角度光のデータのうち大きなスクラッチ 4 a の低角度光のデータを除外しておくことにより、弁別工程においては全ての欠陥データから異物データだけが除外される。

【0062】前記実施形態によれば、次の効果が得られる。

【0063】1) 垂直光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度の高角度光および中角度の中角度光を採取し、斜方光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち低角度の低角度光を採取し、高角度光および中角度光と低角度光とを比較することにより、異物およびスクラッチを含む全ての欠陥から異物を除外することができるため、異物とスクラッチとの弁別を自動的に実施することができる。

【0064】2) 異物とスクラッチを自動的に弁別することにより、異物とスクラッチとが混在したウエハの被検査面についての検査時間を短く（例えば、ウエハ一枚当たり約五分間）することができるため、CMP 装置や CMP プロセスへのフィードバックを速やかに実行することができる。

【0065】3) 異物とスクラッチを自動的に弁別することにより、人為的ミスや個人差による誤差が入るのを回避することができるため、検査の品質や信頼性を向上させることができる。

【0066】4) 大きなスクラッチを識別することにより、大きなスクラッチが形成されている場合であっても、スクラッチを異物から正確に弁別することができる。

【0067】以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

【0068】例えば、ステージ装置は $r\theta$ テーブルによって構成するに限らず、XY テーブル等によって構成してもよい。また、ステージ装置側が移動するように構成するに限らず、垂直光照射装置や斜方光照射装置側が移動するように構成してもよいし、さらには、高角度光受光装置や中角度光受光装置および低角度光受光装置が移動するように構成してもよい。

【0069】垂直光照射装置、斜方光照射装置、高角度光受光装置、中角度光受光装置および低角度光受光装置は前記実施形態の構造に構成するに限らない。

【0070】第一採光工程を第二採光工程よりも先に実施するに限らず、第二採光工程を第一採光工程よりも先に実施してもよい。

【0071】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である CMP されたウエハの欠陥検査技術に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、結晶切断された後のウエハや機械研磨された後のウエハ、さらには、液晶パネル等の欠陥検査技術全般に適用することができる。

【0072】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、次の通りである。

【0073】垂直光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち高角度の高角度光および中角度の中角度光を採取し、斜方光が被検査面に走査されて照射された時の散乱光のうち低角度の低角度光を採取し、高角度光および中角度光と低角度光とを比較することにより、異物およびスクラッチを含む全ての欠陥から異物を除外することができるため、異物とスクラッチとの弁別を自動的に実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態である欠陥検査装置を示す正面図である。

【図 2】(a) はステージ装置上を示す平面図、(b) は垂直光照射装置からの平面図である。

【図 3】(a) は垂直光照射時の異物からの散乱光を示す模式図、(b) は同じくスクラッチからの散乱光を示す模式図である。

【図 4】(a) は斜方照射時の異物からの散乱光を示す模式図、(b) は同じくスクラッチからの散乱光を示す模式図である。

【図 5】異物およびスクラッチの低角度光の輝度値と高角度光および中角度光の輝度値との関係を示すグラフである。

【図 6】異物およびスクラッチの垂直光の輝度値と斜方光の輝度値との関係を示すグラフである。

【図 7】本発明の一実施形態である欠陥検査方法の異物とスクラッチの弁別方法を示すフローチャートである。

【図 8】その作用を説明するための説明図である。

【図 9】本発明の他の一実施形態である欠陥検査方法の弁別原理を示す模式図であり、(a) は異物の散乱光を示し、(b) は大きなスクラッチの散乱光を示している。

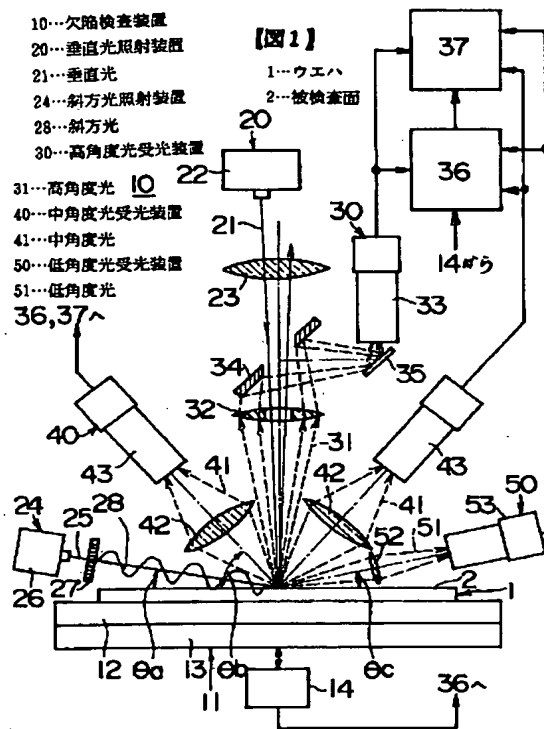
【符号の説明】

50 1…ウエハ（被検査物）、2…被検査面、3…異物、4

13

…スクラッチ、4a…大きなスクラッチ、10…欠陥検査装置、11…ステージ装置、12…テーブル、13…自動焦点合わせ機構、14…コントローラ、20…垂直光照射装置、21…垂直光（検査光）、22…レーザ光照射装置、23…収束レンズ、24…斜方光照射装置、25…斜方光（レーザ光、検査光）、26…レーザ光照射装置、27…偏光フィルタ、28…P波の斜方光、30…高角度光受光装置、31…高角度光（散乱光のうち*

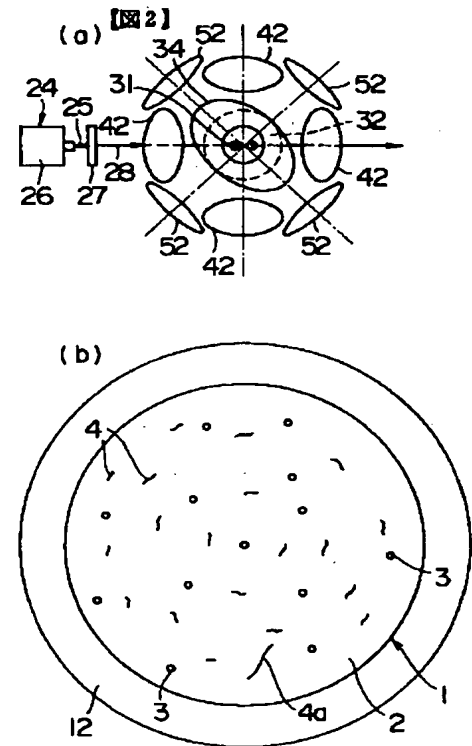
【図1】



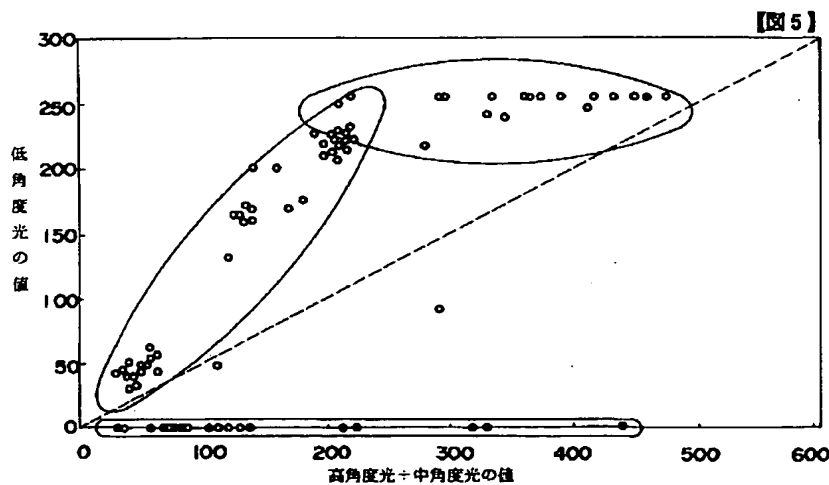
14

* 高角度の散乱光)、32…受光レンズ、33…高角度光検出器、34、35…ミラー、36…欠陥特定装置、37…欠陥弁別装置、40…中角度光受光装置、41…中角度光（散乱光のうち中角度の散乱光）、42…受光レンズ、43…中角度光検出器、50、50a、50b…低角度光受光装置、51…低角度光（散乱光のうち低角度の散乱光）、52…受光レンズ、53…低角度光検出器、54…回折光。

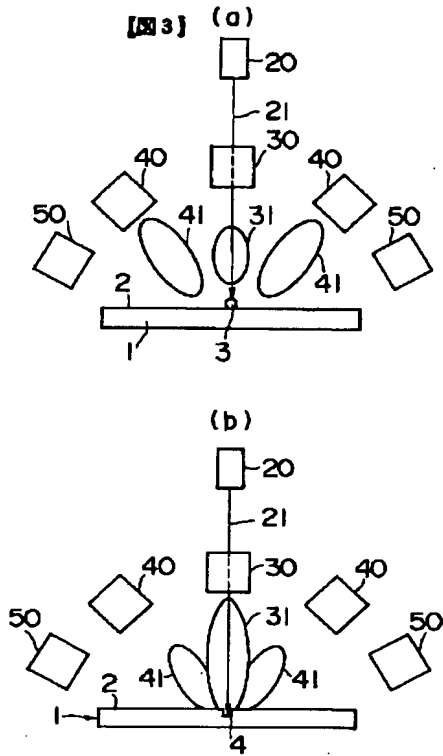
【図2】



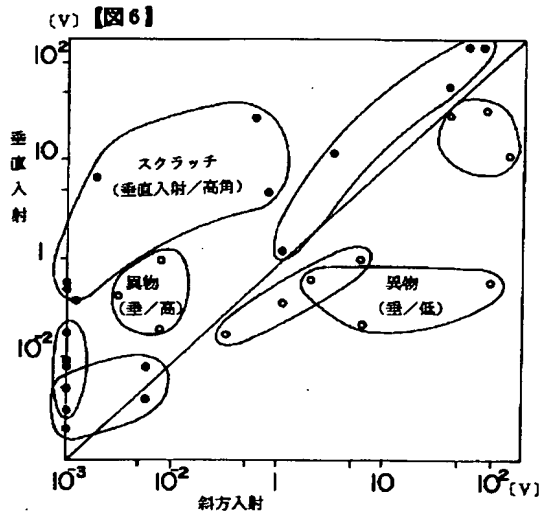
【図5】



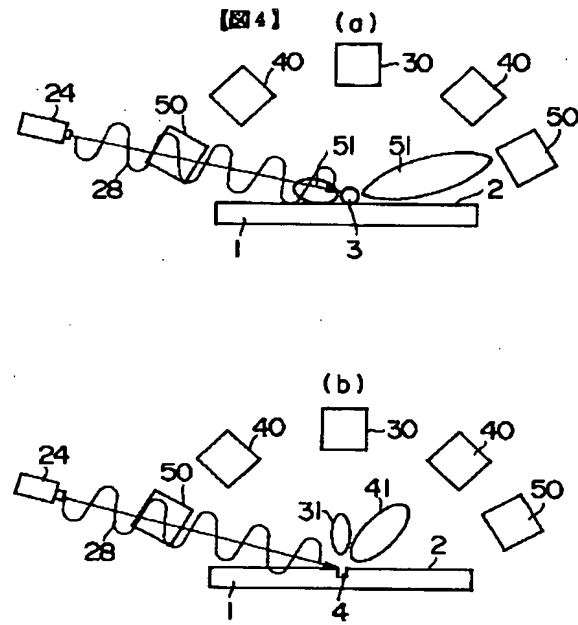
【図3】



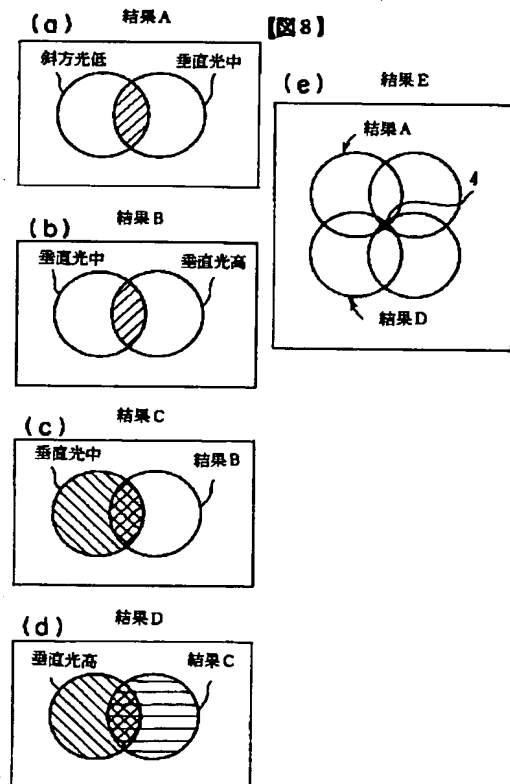
【図6】



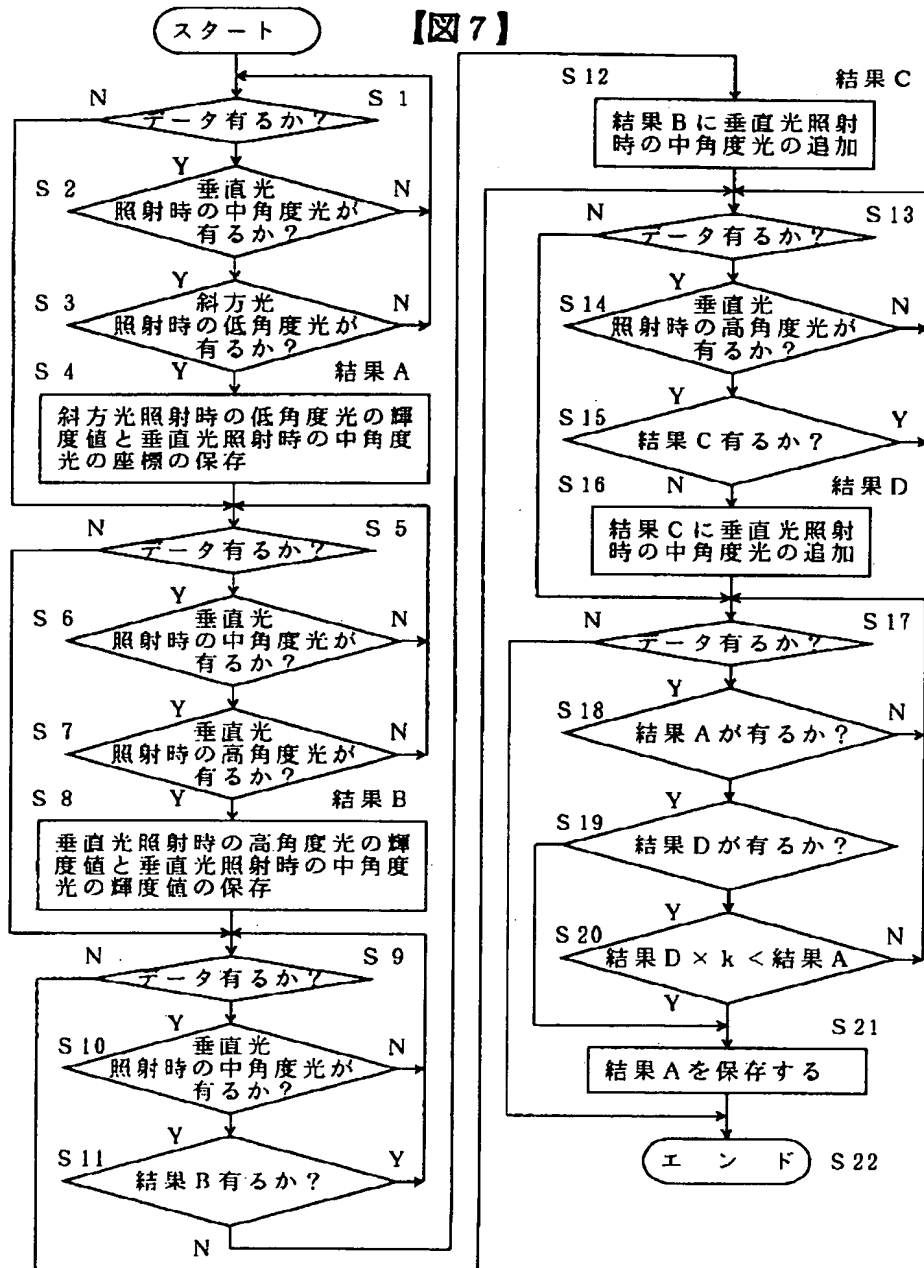
【図4】



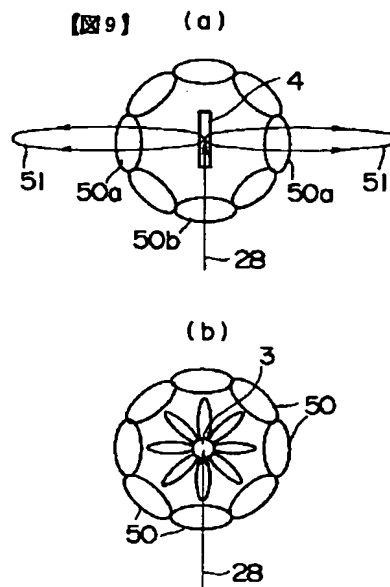
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 田辺 義和
東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式
会社日立製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 見坊 行雄
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 野口 稔
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 大島 良正
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 石丸 伊知郎
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 八掛 保夫
東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 加藤 祐一郎
東京都渋谷区東3丁目16番3号 日立電子
エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 2G051 AA51 AA90 AB01 AB02 AC04
AC21 BA01 BA10 BA11 BB01
BB07 CA02 CA07 CB05 DA07
EA11 EA14 EA16 EB01 EC01
4M106 AA01 AA11 AA12 BA04 BA05
CA38 CA41 DB02 DB08 DB19
DB20 DJ04 DJ06 DJ18 DJ20
5F043 AA22 AA29 DD16 GG10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.